

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор ИПП

Матюшев В.В.

31 марта 2022 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор

Пыжикова Н.И.

31 марта 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов**

ФГОС ВО

по направлению подготовки: *15.03.02 Технологические машины и оборудование*

направленность (профиль): *Машины и аппараты пищевых производств*

Курс 3

Семестр 6

Форма обучения: *очная*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Красноярск, 2022

Составитель: Тепляшин В.Н., к.т.н., доцент «04» 03 2022 г.

Рецензент: Корнеев В.А. директор ООО «Сиб АГРО»

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Программа обсуждена на заседании кафедры протокол № 4 «04» 03 2022 г.

Зав. кафедрой: Невзоров В.Н., д. с-х., наук, профессор «04» 03 2022 г.

### **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института пищевых производств протокол № 7 «25» 03 2022 г.

Председатель методической комиссии: Кох Д.А. к.т.н., доцент «25» 03 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедры по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Невзоров В.Н., д.с-х., наук, профессор «25» 03 2022 г.

## Оглавление

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ТРЕБОВАНИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ.....	5
1.1 Внешние и внутренние требования.....	5
1.2 Место дисциплины в учебном процессе.....	5
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. КОМПЕТЕНЦИИ , ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ .....	5
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.1 Структура дисциплины.....	7
4.2 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины .....	7
4.3 Содержание модулей дисциплины при использовании системы зачётных единиц. Содержание разделов и тем лекционного курса .....	9
4.4 Лабораторные занятия.....	13
4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины .....	15
4.5.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения.....	15
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	19
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
6.1 Основная литература.....	19
6.2 Дополнительная литературой.....	20
6.3 Программное обеспечение.....	20
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ .....	22
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ....	23
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
10. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24

## Аннотация

Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» относится к дисциплинам базовой части Блока 1 – Б1.Б.26 для подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» реализуется в институте пищевых производств кафедрой «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств».

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций:

- ОК-7 (способностью к самоорганизации и самообразованию);
- ПК-10 (способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологически дисциплины при изготовлении изделий);
- ПК-16 (умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных свойств сырья и готовых продуктов в производстве пищевых продуктов и включает следующие вопросы:

- основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов;
- измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции;
- физико-механические свойства сырья и готовой продукции

Вместе с тем ставится задача научить студентов грамотному восприятию практических проблем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции; лабораторные занятия; самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения и защиты лабораторных работ и промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (34 часа), лабораторные занятия (68 часа), (78 часов) самостоятельной работы студента и (36 часов) экзамен.

## **1. Требования к дисциплине**

### **1.1 Внешние и внутренние требования**

Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» включена в ОПОП, в базовую часть Блока 1 дисциплины подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Реализация в дисциплине «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» требований ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должна формировать следующие общекультурные и профессиональные компетенции: ОК-7; ПК-10; ПК-16.

### **1.2 Место дисциплины в учебном процессе**

Предшествующими курсами, на которые непосредственно базируется дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» является «математика», «физика», «химия», «механика жидкости и газа».

Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: «Холодильное и вентиляционное оборудование пищевых и торговых предприятий»; «Патентные исследования»; «Основы конструирования пищевого технологического оборудования»; «Прогрессивное оборудование для сушки сырья».

Особенностью дисциплины является, то, что данный курс способствует умению многосторонне изучать объекты и процессы с использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

## **2. Цели и задачи дисциплины. Компетенции, формируемые в результате освоения**

**Цель дисциплины** «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» - получить знания физико-механических свойств сырья и готовых продуктов в сфере профессиональной деятельности.

### **Задачи:**

- изучить основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов;
- моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции в сфере профессиональной деятельности;
- физико-механические свойства сырья и готовой продукции.



## **Компетенции формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки, применительно к дисциплине «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» выпускник должен обладать следующими общекультурными и профессиональными компетенциями:

- ОК-7 (способностью к самоорганизации и самообразованию);
- ПК-10 (способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологически дисциплины при изготовлении изделий);
- ПК-16 (умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий).

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- научные основы различных технологических процессов.

### **Уметь:**

- использовать стандартное оборудование и приборы для оценки физико-механических характеристик сырья и готовой продукции;
- разрабатывать методики проведения физико-механических исследований продуктов.

### **Владеть:**

- методами определения условий проведения процессов.

## **3. Организационно-методические данные дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216) часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 1.

Таблица 1

### **Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	зач. ед.	час.	по семестрам №6
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>2,8</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
Лекции (Л)		34	34
Лабораторные работы (ЛР)		68	68
Практические работы (ПР)			
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>2,2</b>	<b>78</b>	<b>78</b>
в том числе:			
Самостоятельное изучение тем и разделов		46	46
Самоподготовка к текущему контролю		32	32

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	зач. ед.	час.	по семестрам №б
знаний			
Подготовка и сдача экзамена	1	36	36
<b>Вид контроля:</b>			экзамен

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» отражена в таблице 2.

Таблица 2

Тематический план

№	Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе		Самостоятельная работа	Формы контроля
			лекции	лабораторные и практические занятия		
1	<b>Модуль 1</b> Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов	34	8	8	18	Экзамен
2	<b>Модуль 2</b> Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции	80	18	26	36	Экзамен
	<b>Модуль 3</b> Физико-механические свойства сырья и готовой продукции	66	8	34	24	Экзамен

##### 4.2. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

В таблице 3 описаны учебные модули и модульные единицы с указанием объема часов в них.

Таблица 3

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ	
<b>Модуль 1</b> Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
<b>Модульная единица 1.1</b> Классификация дисперсных систем	2	2		6
<b>Модульная единица 1.2</b> Структурообразование в дисперсных системах	16	2	8	6
<b>Модульная единица 1.3</b> Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов	10	4		6
<b>Модуль 2</b> Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции	<b>80</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>36</b>
<b>Модульная единица 2.1</b> Основные понятия инженерной реологии	8	2		6
<b>Модульная единица 2.2</b> Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и компрессионные)	10	4		6
<b>Модульная единица 2.3</b> Механическое моделирование реологического поведения	10	4		6
<b>Модульная единица 2.4</b> Реологическая классификация реальных тел	16	2	8	6
<b>Модульная единица 2.5</b> Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	16	2	8	6
<b>Модульная единица 2.6</b> Методы и приборы для измерения реологических характеристик	20	4	10	6
<b>Модуль 3</b> Физико-	66	8	34	24



Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ	
механические свойства сырья и готовой продукции				
<b>Модульная единица 3.1</b> Характеристика сыпучих продуктов	18	2	10	6
<b>Модульная единица 3.2</b> Параметры твердой фазы	16	2	8	6
<b>Модульная единица 3.3</b> Характеристика молока	16	2	8	6
<b>Модульная единица 3.4</b> Характеристика мяса	16	2	8	6
<b>Подготовка к экзамену</b>	36			36
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>78</b>

#### *4.3 Содержание модулей дисциплины*

**Модуль 1 Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов**

**Модульная единица 1.1 Классификация дисперсных систем**

Классификация дисперсных систем. Коллоидные системы. Микрогетерогенные системы. Понятия раствора, суспензии, эмульсии, пены. Высокомолекулярные коллоиды.

**Модульная единица 1.2 Структурообразование в дисперсных системах**

Структура и консистенция. Структурообразование в дисперсных системах. Формы связи воды с продуктом.

**Модульная единица 1.3 Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов**

Добавки, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов.

Растворимость и поверхностное натяжение. Плотность. Теплоемкость и теплопроводность.

**Модуль 2 Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции**

**Модульная единица 2.1 Основные понятия инженерной реологии**

Понятие о классической реологии. Классификация реологических свойств. Понятия «напряжение», «деформация» и «скорость деформации».

**Модульная единица 2.2 Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и компрессионные)**

Определение плотности различных пищевых продуктов. Понятие «пластичность» и «вязкости».

## **Модульная единица 2.3 Механическое моделирование реологического поведения**

Понятие «упругости» и «модуля упругости» при различных видах нагружения тела. Коэффициент объемного сжатия.

**Модульная единица 2.4 Реологическая классификация реальных тел**  
Феноменологическая классификация реальных тел. Классификация реальных тел.

Классификация реальных тел по величине реологических характеристик с помощью степенного уравнения Гершала-Балкли. Понятие «ньютоновских» и «неньютоновских» пищевых продуктов. Основные закономерности движения ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Стационарные системы. Псевдопластичные и дилатантные жидкости в пищевой промышленности. Твердообразные тела. Нестационарные системы: реопексные и тиксотропные пищевые продукты.

**Модульная единица 2.5 Типичные поверхностные свойства пищевых материалов**

Аксиомы реологии. Идеально упругое тело Гука. Идеально пластичное тело Сен-Венана. Идеально вязкое тело Ньютона. Моделирование реологического поведения реальных тел. Обобщенные модели упруго-вязких тел Максвелла и Кельвина. Основные уравнения напряжений и деформаций реальных тел: линейные уравнения напряжений и деформаций (Максвелла, Фойгта-Кельвина, Шведова-Бингама); нелинейные эмпирические уравнения напряжений и деформаций (Шульмана, Кэссона, Гершеля-Балкли и т.д.).

**Модульная единица 2.6 Методы и приборы для измерения реологических характеристик**

Реологические свойства твердообразных систем.

Адгезия и трение. Физические явления на границе взаимодействия вязких сред с твердыми поверхностями рабочих органов технологического оборудования

Консистенция. Сенсорная оценка консистенции. Инструментальные методы оценки структурно-механических свойств. Вискозиметры. Пенетрометры. Адгезиометры.

**Модуль 3 Физико-механические свойства сырья и готовой продукции**

**Модульная единица 3.1 Характеристика сыпучих продуктов**

Особенности строения частиц различных видов сырья для производства муки, крупы и комбикормов, как объектов механического воздействия, их физико-химические и физико-механические свойства. Свойства сыпучих масс и смесей в статическом и динамическом состоянии. Сыпучесть, скважистость, насыпная плотность, аэродинамические показатели. Скорость витания частиц.

**Модульная единица 3.2 Параметры твердой фазы**

Измеряемые параметры твердой фазы (эквивалентный диаметр, удельная поверхность, гранулометрический состав сыпучего материала и способы его определения) Способы измельчения пищевых продуктов. Измельчение зерна, удельный расход энергии, гидротермическая обработка зерна.

### Модульная единица 3.3 Характеристика молока

Плотность молока. Вязкость и поверхностное натяжение. Осмотическое давление и температура замерзания. Электропроводность. Теплофизические характеристики. Показатель преломления.

### Модульная единица 3.4 Характеристика мяса

Характеристика тканей мяса. Вода и водосвязывающая способность мяса. Автолитические изменения мяса. Влияние температуры, времени выдержки, давления, механического воздействия на реологические свойства мясного сырья.

Таблица 4

### Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1</b> Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов		Экзамен	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 1.1</b> Классификация дисперсных систем	Лекция № 1. Классификация дисперсных систем	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 1.2</b> Структурообразование в дисперсных системах	Лекция № 2. Структурообразование в дисперсных системах	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 1.3</b> Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов	Лекция № 3. Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов	Экзамен	4
2.	<b>Модуль 2</b> Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции		Экзамен	<b>18</b>
	<b>Модульная единица 2.1</b> Основные понятия инженерной реологии	Лекция № 4. Основные понятия инженерной реологии	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 2.2</b> Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и	Лекция № 5. Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и компрессионные)	Экзамен	4



№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	компрессионные)			
	<b>Модульная единица 2.3</b> Механическое моделирование реологического поведения	Лекция № 6. Механическое моделирование реологического поведения	Экзамен	4
	<b>Модульная единица 2.4</b> Реологическая классификация реальных тел	Лекция № 7. Реологическая классификация реальных тел	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 2.5</b> Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	Лекция № 8. Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 2.6</b> Методы и приборы для измерения реологических характеристик	Лекция № 9. Методы и приборы для измерения реологических характеристик	Экзамен	4
3.	<b>Модуль 3</b> Физико-механические свойства сырья и готовой продукции		Экзамен	8
	<b>Модульная единица 3.1</b> Характеристика сыпучих продуктов	Лекция № 10. Характеристика сыпучих продуктов	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 3.2</b> Параметры твердой фазы	Лекция № 11. Параметры твердой фазы	Экзамен	2
	<b>Модульная единица 3.3</b> Характеристика молока	Лекция № 12. Характеристика молока	Экзамен	2

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Модульная единица 3.4</b> Характеристика мяса	Лекция № 13. Характеристика мяса	Экзамен	2

#### 4.4. Лабораторные занятия

Таблица 5

#### Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1</b> Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов		Экзамен	8
	<b>Модульная единица 1.1</b> Классификация дисперсных систем			
	<b>Модульная единица 1.2</b> Структурообразование в дисперсных системах	Лабораторная работа № 1 Оценка определения консистенции масла	Выполнение и защита лабораторной работы	8
	<b>Модульная единица 1.3</b> Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов			
2.	<b>Модуль 2</b> Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции		Экзамен	26
	<b>Модульная единица 2.1</b> Основные понятия инженерной реологии			
	<b>Модульная единица 2.2</b> Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и			



№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	компрессионные)			
	<b>Модульная единица 2.3</b> Механическое моделирование реологического поведения			
	<b>Модульная единица 2.4</b> Реологическая классификация реальных тел	Лабораторная работа № 2 Определение угла естественного откоса зерновой массы	Выполнение и защита лабораторной работы	8
	<b>Модульная единица 2.5</b> Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	Лабораторная работа № 3 Исследование вязкости сред в зависимости от температуры	Выполнение и защита лабораторной работы	8
	<b>Модульная единица 2.6</b> Методы и приборы для измерения реологических характеристик	Лабораторная работа № 4 Определение динамики процесса перемещения влаги в зерновой массе при хранении	Выполнение и защита лабораторной работы	10
3.	<b>Модуль 3</b> Физико-механические свойства сырья и готовой продукции		Экзамен	34
	<b>Модульная единица 3.1</b> Характеристика сыпучих продуктов	Лабораторная работа № 5 Определение скважистости, плотности укладки и обеспеченности зерновой массы воздухом	Выполнение и защита лабораторной работы	10
	<b>Модульная единица 3.2</b> Параметры твердой фазы	Лабораторная работа № 6 Определение возможности и режима активного вентилирования зерна	Выполнение и защита лабораторной работы	8
	<b>Модульная единица 3.3</b> Характеристика молока	Лабораторная работа № 7 Определение угла естественного откоса	Выполнение и защита лабораторной работы	8

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		зерна	ой работы	
	<b>Модульная единица 3.4</b> Характеристика мяса	Лабораторная работа №8 Реологические исследования обезжиренного творога	Выполнение и защита лабораторной работы	8

#### 4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю

Формы организации самостоятельной работы студентов:

- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.

##### 4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

Таблица 6

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Модуль 1 Основы инженерной физико-химической механики пищевых продуктов</b>			<b>18</b>
	<b>Модульная единица 1.1</b> Классификация дисперсных систем	Классификация дисперсных систем. Коллоидные системы. Микрогетерогенные системы. Понятия раствора, суспензии, эмульсии, пены. Высокомолекулярные коллоиды.	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2
	<b>Модульная единица 1.2</b> Структурообразование в дисперсных системах	Структура и консистенция. Структурообразование в дисперсных системах. Формы связи воды с продуктом.	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2
	<b>Модульная единица 1.3</b> Физико-химические и	Добавки, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов. Растворимость и поверхностное	2

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	теплофизические свойства пищевых продуктов	натяжение. Плотность. Теплоемкость и теплопроводность.	
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	4
<b>Модуль 2</b> Измерение и моделирование структурно-механических характеристик сырья и готовой продукции			<b>36</b>
	<b>Модульная единица 2.1</b> Основные понятия инженерной реологии	Понятие о классической реологии. Классификация реологических свойств. Понятия «напряжение», «деформация» и «скорость деформации».	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2
	<b>Модульная единица 2.2</b> Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и компрессионные)	Определение плотности различных пищевых продуктов. Понятие «пластичность» и «вязкости».	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2
	<b>Модульная единица 2.3</b> Механическое моделирование реологического поведения	Понятие «упругости» и «модуля упругости» при различных видах нагружения тела. Коэффициент объемного сжатия.	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2



№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	<b>Модульная единица 2.4</b> Реологическая классификация реальных тел	Феноменологическая классификация реальных тел. Классификация реальных тел. Классификация реальных тел по величине реологических характеристик с помощью степенного уравнения Гершала-Балкли. Понятие «ньютоновских» и «неньютоновских» пищевых продуктов. Основные закономерности движения ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Стационарные системы. Псевдопластичные и дилатантные жидкости в пищевой промышленности. Твердообразные тела. Нестационарные системы: реопексные и тиксотропные пищевые продукты. Самоподготовка к текущему контролю знаний	4          2
	<b>Модульная единица 2.5</b> Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	Аксиомы реологии. Идеально упругое тело Гука. Идеально пластичное тело Сен-Венана. Идеально вязкое тело Ньютона. Моделирование реологического поведения реальных тел. Обобщенные модели упруго-вязких тел Максвелла и Кельвина. Основные уравнения напряжений и деформаций реальных тел: линейные уравнения напряжений и деформаций (Максвелла, Фойгта-Кельвина, Шведова-Бингама); нелинейные эмпирические уравнения напряжений и деформаций (Шульмана. Кэссона, Гершеля-Балкли и т.д.). Самоподготовка к текущему контролю знаний	4          2
	<b>Модульная единица 2.6</b> Методы и приборы для измерения	Реологические свойства твердообразных систем. Адгезия и трение. Физические явления на границе взаимодействия вязких сред с твердыми поверхностями рабочих	2

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	реологических характеристик	органов технологического оборудования Консистенция. Сенсорная оценка консистенции. Инструментальные методы оценки структурно-механических свойств. Вискозиметры. Пенетрометры. Адгезиометры.	
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	4
<b>Модуль 3 Физико-механические свойства сырья и готовой продукции</b>			<b>24</b>
	<b>Модульная единица 3.1</b> Характеристика сыпучих продуктов	Особенности строения частиц различных видов сырья для производства муки, крупы и комбикормов, как объектов механического воздействия, их физико-химические и физико-механические свойства. Свойства сыпучих масс и смесей в статическом и динамическом состоянии. Сыпучесть, скважистость, насыпная плотность, аэродинамические показатели. Скорость витания частиц.	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2
	<b>Модульная единица 3.2</b> Параметры твердой фазы	Измеряемые параметры твердой фазы (эквивалентный диаметр, удельная поверхность, гранулометрический состав сыпучего материала и способы его определения) Способы измельчения пищевых продуктов. Измельчение зерна, удельный расход энергии, гидротермическая обработка зерна.	4
		Самоподготовка к текущему контролю знаний	2



## 5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, лабораторных работ, с экзаменационными вопросами и формируемыми компетенциями представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ЛЗ	ПЗ	СРС	Вид контроля
ОК-7; ПК-10; ПК-16	1-13	1-8	-	Модуль 1-3	Экзамен

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Арет, В. А. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 260100 (552400) "Технология продуктов питания" и по направлению подготовки дипломированного специалиста 260600 (655800) "Пищевая инженерия" / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. - СПб. : ГИОРД, 2009. - 442 с.

2. Максимов, Алексей Сергеевич. Реология пищевых продуктов : лабораторный практикум : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 270300 "Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий" направления подготовки дипломированного специалиста 655600 "Производство продуктов питания из растительного сырья"; 170600 "Машины и аппараты пищевых производств"; 072500 "Технология и дизайн упаковочного производства"] / А. С. Максимов, В. Я. Черных. - СПб. : ГИОРД, 2006. - 169 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Щеколдина, Т.В. Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья : учебное пособие / Т.В. Щеколдина, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2697-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108321>

### 6.3 Программное обеспечение

- Windows Russian Upgrade Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008 15;
- Office 2007 Russian OpenLicensePack Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008;
- Офисный пакет LibreOffice 6.2.1 - Бесплатно распространяемое ПО;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition на 1000 пользователей на 2 года (Educational License) Лицензия 1800-191210-144044- 563-2513 с 10.12.2019 до 17.12.2021;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах - Лицензионный договор №158 от 03.04.2019 «Антиплагиат ВУЗ»;
- Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования) - Бесплатно распространяемое ПО;
- Библиотечная система «Ирбис 64» (web версия) - Договор сотрудничества.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

- «Национальная электронная библиотека» Договор № 101/НЭБ/2276 о предоставлении доступа от 06.06.2017 с ФГБ «РГБ» (доступ до 06.06.2022).
- Электронно-библиотечная система «Агрилиб» Лицензионный договор № ППД 31/17 от 12.05.2017 ФГБОУ ВО «РГАЗУ» (с автоматической пролангацией)
- Научные журналы Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
- Библиотека Красноярского ГАУ <http://www.kgau.ru/new/biblioteka>
- Справочная правовая система «Консультант+»
- Электронный каталог научной библиотека КрасГАУ Web ИРБИС. Договор сотрудничества.

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств». Направление подготовки (специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовой продукции» Количество студентов \_\_\_\_\_  
 Общая трудоемкость дисциплины 216: лекции 34 час.; лабораторные работы 68 час.; практические занятия \_\_\_\_\_ час.;  
 КП (КР) \_\_\_\_\_ час.; СРС 78 час.

Вид занятия	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
лекции	Физико-механические свойства сырья и готовой продукции	В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев	СПб.: ГИОРД	2009	+		+			63
лабораторные работы	Реология пищевых продуктов	А. С. Максимов, В. Я. Черных	СПб.: ГИОРД	2006	+		+			25
	Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья	Т.В. Щеколдина, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой	Санкт-Петербург : Лань	2018		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/1083">https://e.lanbook.com/book/1083</a> 21

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Председатель МК института \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



## 7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Студенты направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», обучаются по модульно-рейтинговой системе.

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ (ответы на контрольные вопросы).

**Промежуточная аттестация** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме сдачи экзамена, включающая в себя ответы на теоретические вопросы.

Экзамен определяется как сумма баллов по результатам всех запланированных мероприятий (табл. 9).

Таблица 9 – Рейтинг – план дисциплины для студентов института пищевых производств по направлению подготовки: 15.03.02 - Технологические машины и оборудование

Семестр 6				Итого баллов
Дисциплинарные модули	Баллы по видам работ			
	Посещение лекций и ведение конспекта	Выполнение и защита лабораторных работ	Экзамен	
ДМ <sub>1</sub>	10	15	50	100
ДМ <sub>2</sub>	10	15		
Итого за КМ1	20	30		

### Итоговый контроль:

**100 – 87** баллов – отлично, **86 -73** балла хорошо, **72 – 60** баллов – удовлетворительно

По данной дисциплине детально прописанные критерии оценивания по текущей и промежуточной аттестации представлены в фонде оценочных средств.

Студенты имеющий задолженности по текущей или промежуточной аттестации может их отработать во время консультаций с преподавателем ответив на контрольные вопросы.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторного практикума по дисциплине предназначена специализированная лаборатория (ауд. 3-15, 1-А).

В данной лаборатории имеются установки для проведения опытных процессов: установка для определения режимов течения жидкости; установка для получения сжатого воздуха, приборы для определения физических и химических свойств материалов.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На освоение дисциплины «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» учебным планом отводиться 216 часов. Дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» преподается в одном семестре и разбита на три модуля.

**Модуль 1** Классификация дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах. Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов.

**Модуль 2** Основные понятия инженерной реологии. Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и компрессионные). Механическое моделирование реологического поведения. Реологическая классификация реальных тел. Типичные поверхностные свойства пищевых материалов. Методы и приборы для измерения реологических характеристик.

**Модуль 3** Характеристика сыпучих продуктов. Параметры твердой фазы. Характеристика молока. Характеристика мяса.

По дисциплине «Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов» предусмотрен промежуточный контроль в форме экзамена.

При преподавании дисциплины методически целесообразно выделять в каждом разделе курса наиболее значимые темы и акцентировать на них внимание студентов. При изучении модулей лекций необходимо иллюстрировать большим количеством наглядностей и примеров, что позволит лучше усвоить материал.

При изучении модулей лабораторных занятий целесообразно использовать понятные методики. При выполнении лабораторных работ студенты будут опираться на полученные ранее (в рамках других дисциплин) занятия. Защита лабораторных работ состоит в анализе полученных результатов.

По учебному плану на интерактивные занятия отведено 16 часов.

**Интерактивная лекция** предусматривает использование презентации и обсуждение рассматриваемых вопросов в непосредственном контакте с обучающимися.

Интерактивное занятие предусматривает участие обучающихся в процессе рассмотрения теоретических и практических вопросов и



проблем по тематике занятия, в том числе разработку рекомендаций по решению выявленных проблем.

Для оптимизации учебного процесса рекомендуется часть лекций проводить в форме интерактивной лекции, с использованием презентаций

На лабораторных занятиях, рекомендуется более тщательное рассмотрение пройденных тем.

**Особенности организации самостоятельной работы студентов:**

Для изучения углубленных знаний по изучаемой дисциплине, для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать ЭУМКД по дисциплине, электронные учебники.

Формой промежуточной аттестации знаний является **экзамен**, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

**10. Образовательные технологии**

1. При изучении теоретического курса используются методы ИТ (применение компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам).

2. Материалы лекций представляются в интерактивной и устной форме.

3. При проведении лабораторных занятий по ряду тем используется опережающая самостоятельная работа.

4. Применяется рейтинго-модульная система аттестации студентов.

5. Реализуется технология самообучения студентов с использованием электронных форм обучения

Таблица 11

**Образовательные технологии**

Название модуля дисциплины и отдельных модульных единиц	Вид занятия (Л, ЛЗ)	Используемые образовательные технологии	Часы
1	2	3	4
Лекция № 1. Классификация дисперсных систем	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 2. Структурообразование в дисперсных системах	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 3. Физико-химические и теплофизические свойства пищевых продуктов	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 4. Основные понятия инженерной реологии	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 5. Типичные структурно-механические свойства пищевых материалов (сдвиговые и	Л	Круглый стол	0,5

компрессионные)			
Лекция № 6. Механическое моделирование реологического поведения	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 7. Реологическая классификация реальных тел	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 8. Типичные поверхностные свойства пищевых материалов	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 9. Методы и приборы для измерения реологических характеристик	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 10. Характеристика сыпучих продуктов	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 11. Параметры твердой фазы	Л	Круглый стол	0,5
Лекция № 12. Характеристика молока	Л	Круглый стол	0,25
Лекция № 13. Характеристика мяса	Л	Круглый стол	0,25
Лабораторная работа № 1 Определение консистенции и структуры масла	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 2 Определение плотности молока	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 3 Определение вязкости кефира	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 4 Определение вязкости натурального и восстановленного молока при различном содержании жира	ЛЗ	Круглый стол	2
Лабораторная работа № 5 Изучение влияния температуры и химического состава молока на его вязкость	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 6 Определение текучести зерна	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 7 Определение угла естественного откоса зерна	ЛЗ	Круглый стол	1
Лабораторная работа № 8 Реологические исследования обезжиренного творога	ЛЗ	Круглый стол	2
Всего			102
Из них в интерактивной форме			16

Круглый стол – это метод активного обучения, одна из организационных форм познавательной деятельности учащихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии.

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии
27.03.2018	Раздел 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	На 2018-2019 уч. год обновлены литература, программное обеспечение и информационные ресурсы по дисциплине	Изменения рассмотрены на методической комиссии института пищевых производств № 7 от 27.03.2018г.

Председатель методической комиссии ИПП:

Кох Д.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии
27.03.2019	Раздел 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	На 2019-2020 уч. год обновлены литература, программное обеспечение и информационные ресурсы по дисциплине.	Изменения рассмотрены на методической комиссии института пищевых производств № 7 от 27.03.2019г.

Председатель методической комиссии ИПП:

Кох Д.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии
27.03.2020	Раздел 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	На 2020-2021 уч. год обновлены литература, программное обеспечение и информационные ресурсы по дисциплине.	Изменения рассмотрены на методической комиссии института пищевых производств № 7 от 27.03.2020г.

Председатель методической комиссии ИПП:

Кох Д.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)



## РЕЦЕНЗИЯ

На рабочую программу дисциплины  
«Физико-механические свойства сырья и готовых продуктов»

Тепляшин В.Н.

Предложенная на рецензию программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, предназначена для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

В программе определены цели и задачи дисциплины, предложена структура и подробно изложено содержание дисциплины. Показана трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины. Раскрыто содержание занятий и контрольных мероприятий.

Предложен перечень вопросов для самостоятельного обучения. Показана взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов.

Целевое назначение, актуальность, соответствие требованиям и уровень изложения позволяет рекомендовать данную рабочую программу для использования преподавателями и студентами.

По объему изложенного материала и его информативности разработанная программа является необходимой студентам, обучающимся по данному профилю, и может быть рекомендована в работе.

Директор ООО «СибАГРО»



В.А. Корнеев